

93265



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 57 900 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
C 08 J 3/28
C 08 L 33/06
C 09 D 133/06
B 01 J 19/14

DE 199 57 900 A 1

⑰ Aktenzeichen: 199 57 900.8
⑳ Anmeldetag: 1. 12. 1999
㉑ Offenlegungstag: 7. 6. 2001

⑦① Anmelder:
BASF AG, 67063 Ludwigshafen, DE

⑦② Erfinder:
Beck, Erich, Dr., 68526 Ladenburg, DE; Deis, Oliver,
69509 Mörlenbach, DE; Enenkel, Peter, 67258
Heßheim, DE; Schrof, Wolfgang, Dr., 67271
Neuleiningen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Lichthärtung von strahlungshärtbaren Massen unter Schutzgas
- ⑤⑦ Verfahren zur Herstellung von Formmassen und Beschichtungen auf Substraten durch Härtung von strahlungshärtbaren Massen unter Schutzgas durch Bestrahlen mit Licht dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Schutzgas um ein Gas handelt, das schwerer ist als Luft, und das seitliche Wegfließen des Schutzgases während der Strahlungshärtung durch eine geeignete Vorrichtung oder Maßnahmen verhindert wird.

DE 199 57 900 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Formmassen und Beschichtungen auf Substraten durch Härtung von strahlungshärtbaren Massen unter Schutzgas durch Bestrahlen mit Licht dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Schutzgas um ein Gas handelt, das schwerer ist als Luft und das seitliche Wegfließen des Schutzgases während der Strahlungshärtung durch eine geeignete Vorrichtung oder Maßnahmen verhindert wird.

Bei der Strahlungshärtung von radikalisch polymerisierbaren Verbindungen, z. B. von (Meth)acrylatverbindungen kann eine starke Inhibierung der Polymerisation bzw. Härtung durch Sauerstoff, auftreten. Diese Inhibierung führt zu einer unvollständigen Härtung an der Oberfläche und so z. B. zu klebrigen Beschichtungen.

Dieser Sauerstoffinhibierungseffekt kann durch den Einsatz hoher Fotoinitiatormengen, durch Mitverwendung von Coinitiatoren, z. B. Aminen, energiereicher UV-Strahlung hoher Dosis, z. B. mit Quecksilberhochdrucklampen oder durch Zusatz von barrierebildenden Wachsen vermindert werden.

Bekannt ist auch die Durchführung der Strahlungshärtung unter einem inerten Schutzgas, z. B. aus EP-A-540884, aus Joachim Jung, RadTeck Europe 99, Berlin 08. bis 10. 11. 1999 in Berlin (UV-Applications in Europe Yesterday-Today Tomorrow).

Gewünscht ist ein Verfahren der Strahlungshärtung bei dem auf energiereiche UV-Lichtquellen und die damit verbundenen, notwendigen Sicherheitsmaßnahmen verzichtet werden kann. Gleichzeitig soll das Verfahren aber möglichst einfach durchzuführen sein.

Strahlungshärtbare Massen können ohne Wasser oder organische Lösungsmittel verarbeitet werden. Daher eignet sich das Verfahren der Strahlungshärtung für Lackierungen welche in mittleren oder kleinen Handwerksbetrieben oder im häuslichen Bereich durchgeführt werden. Bisher hat aber die aufwendige Durchführung des Verfahrens und die dazu benötigten Vorrichtungen, insbesondere die UV-Lampen, eine Anwendung der Strahlungshärtung in diesen Bereichen verhindert.

Aufgabe der Erfindung war daher ein einfaches Verfahren der Strahlungshärtung, welches auch in kleinen Handwerksbetrieben oder im häuslichen Bereich anwendbar ist.

Die Aufgabe wurde gelöst durch das eingangs definierte Verfahren.

Bei dem Verfahren wird ein Schutzgas verwendet, welches schwerer ist als Luft. Das Molgewicht des Gases ist daher größer als 28,8 g/mol (entspricht dem Molgewicht eines Gasgemisches von 20% Sauerstoff und 80% Stickstoff), vorzugsweise größer 32, insbesondere größer 35 g/mol. In Betracht kommen z. B. Edelgase wie Argon, Kohlenwasserstoffe und halogenierte Kohlenwasserstoffe. Besonders bevorzugt ist Kohlendioxid.

Die Versorgung mit Kohlendioxid kann aus Druckbehältern, gefilterten Verbrennungsgasen z. B. von Erdgas oder als Trockeneis erfolgen. Als vorteilhaft, insbesondere für Anwendungen im nicht industriellen oder im kleinindustriellen Bereich wird die Versorgung mit Trockeneis gesehen. Da Trockeneis als Feststoff in einfachen mit Schaumstoffen isolierten Behältern transportiert und gelagert werden kann. Das Trockeneis kann als solches verwendet werden, bei den üblichen Verwendungstemperaturen liegt es dann gasförmig vor.

Das Schutzgas ist schwerer als Luft, Luft wird daher nach oben verdrängt. Verhindert werden muß das seitliche Entweichen des Gases.

Dazu können unterschiedlichste Vorrichtungen oder Maß-

nahmen geeignet sein.

Eine Möglichkeit ist die Verwendung eines Behälters als Tauchbecher.

Das Schutzgas wird in den Behälter eingefüllt und die Luft daraus verdrängt.

Der Behälter enthält nun eine Schutzgasatmosphäre in die das Substrat, welches mit der strahlungshärtbaren Masse beschichtet ist, oder der Formkörper eingetaucht werden kann. Anschließend kann die Strahlungshärtung erfolgen.

Bei der Strahlungshärtung von beschichteten Flächen, insbesondere Bodenflächen, kann die jeweilig zu härtende Fläche durch geeignete Vorrichtungen, insbesondere Stellwände abgegrenzt werden, so daß das Schutzgas während der Bestrahlungsdauer nicht entweichen kann.

Während der Strahlungshärtung beträgt der Sauerstoffgehalt in der Schutzgasatmosphäre vorzugsweise weniger als 15 Gew.-%, besonders bevorzugt weniger als 10 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt weniger als 5 Gew.-%, bezogen auf die gesamte Gasmenge in der Schutzgasatmosphäre; insbesondere können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren leicht Sauerstoffgehalte unter 1% auch unter 0,1% und sogar unter 0,01 Gew.-% eingestellt werden.

Unter Schutzgasatmosphäre wird dabei das Gasvolumen verstanden, welches das Substrat in einem Abstand von bis zu 10 cm von seiner Oberfläche umgibt.

Im Falle der Verwendung von Trockeneis als Schutzgas kann z. B. eine Beschickung der Tauchbecken, die unter Umständen gleichzeitig Lagerbehälter für Trockeneis sind, einfach erfolgen. Die Überwachung des Kohlendioxidverbrauchs ist unmittelbar am Verbrauch des Trockeneisfeststoffes zu bestimmen. Trockeneis verdampft bei -78,5°C direkt zu gasförmigem Kohlendioxid. In einem Becken wird dadurch verwirbelungsarm Luftsauerstoff nach oben aus dem Becken verdrängt.

Der Restsauerstoff kann mit handelsüblichen Luftsauerstoffmeßgeräten bestimmt werden. Das Becken kann zur Minimierung von Gasverlusten und evtl. auch gegen Erwärmung bei Nichtbetriebszeiten abgedeckt werden. Wegen der sauerstoffreduzierten Atmosphäre im Tauch- und Vorratsbecken und der damit verbundenen Erstückerungsgefahr sollten geeignete Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden. Ebenso sollte in angrenzenden Arbeitsbereichen eine ausreichende Belüftung und Kohlendioxidabfluß sichergestellt werden.

Die lackierten Gegenstände können einzeln mit Hebe- und Senkvorrichtungen oder über fließbandähnliche Vorrichtungen bei Serienlackierungen in das Becken zur Belichtung abgesenkt werden. Um ein möglichst vollständiges Fluten des Gegenstandes zu gewährleisten ohne zuviel Luft mit in die Bestrahlungszone zu reißen, ist entweder ein langsames Absenken bzw. Heben oder die Verwendung von Vor- und Nachflutern geeignet. Die Vor- bzw. Nachfluter sind eine Erweiterung der Inertgasbecken, um Luftwirbelungszonen von der Bestrahlungszone zu trennen. Dazu kann das Inertgasbecken von der Belichtungszone ausgehend sowohl in die Höhe als auch beidseitig in die Breite erweitert werden. Die Ausmaße der Vorfluter sind in erster Linie abhängig von Ein- und Austauschgeschwindigkeit und von der Geometrie des Gegenstandes.

Die Dauer der Bestrahlung hängt vom gewünschten Härtegrad der Beschichtung oder des Formkörpers ab. Der Härtegrad läßt sich im einfachsten Fall an der Entklebung oder an der Kratzfestigkeit z. B. gegenüber dem Fingernagel oder gegenüber anderen Gegenständen wie Bleistift-, Metall- oder Kunststoffspitzen bestimmen. Ebenso sind im Lackbereich übliche Beständigkeitsprüfungen gegenüber Chemikalien, z. B. Lösemittel, Tinten etc. geeignet. Ohne Beschädigung der Lackflächen sind vor allem spektro-

skopische Methoden, insbesondere die Raman- und Infrarotspektroskopie, oder Messungen der dielektrischen oder akustischen Eigenschaften usw. geeignet.

Für flächige immobile Substrate z. B. Fußböden oder am Boden fixierte Gegenstände können einfache Eindämmvorrichtungen zur Vermeidung des Abflusses von Kohlendioxid angebracht werden. Beispiele sind das Abdichten des Türbereichs in Räumen z. B. bis zu 40 cm Höhe ab Fußboden z. B. mit verklebten Folien, oder aus aufstellen von Wänden aus Holz, Kunststoff, aufgespannten Folien oder Papierbahnen. Das Kohlendioxidgas kann durch Einfüllen aus Gasflaschen oder als Trockeneis erfolgen. Weiterhin können Behälter mit Trockeneis hängend abgebracht werden, aus denen Kohlendioxid auf das zu härtende Material ausströmen kann.

Die strahlungshärtbare Masse enthält strahlungshärtbare Verbindungen als Bindemittel. Dies sind Verbindungen mit radikalisch oder kationisch polymerisierbaren und daher strahlungshärtbaren ethylenisch ungesättigten Gruppen. Vorzugsweise enthält die strahlungshärtbare Masse 0,001 bis 12, besonders bevorzugt 0,1 bis 8 und ganz besonders bevorzugt 0,5 bis 7 Mol. strahlungshärtbare ethylenisch ungesättigte Gruppen auf 1000 g strahlungshärtbare Verbindungen.

Als strahlungshärtbare Verbindungen kommen z. B. (Meth)acrylverbindungen, Vinylether, Vinylamide, ungesättigte Polyester z. B. auf Basis von Maleinsäure oder Fumarsäure gegebenenfalls mit Styrol als Reaktivverdünner oder Maleinimid/Vinylether-Systemen in Betracht.

Bevorzugt sind (Meth)acrylatverbindungen wie Polyester(meth)-acrylate, Polyether(meth)acrylate, Urethan(meth)acrylate, Epoxi(meth)acrylate, Silikon(meth)acrylate, acrylierte Polyacrylate.

Vorzugsweise handelt es sich bei mindestens 40 Mol-% besonders bevorzugt bei mindestens 60% der strahlungshärtbaren ethylenisch ungesättigten Gruppen um (Meth)acrylgruppen.

Die strahlungshärtbaren Verbindungen können weitere reaktive Gruppen, z. B. Melamin-, Isocyanat-, Epoxid-, Anhydrid-, Alkohol-, Carbonsäuregruppen für eine zusätzliche thermische Härtung, z. B. durch chemische Reaktion von Alkohol-, Carbonsäure-, Amin-, Epoxid-, Anhydrid-, Isocyanat- oder Melamingruppen, enthalten (dual cure).

Die strahlungshärtbaren Verbindungen können z. B. als Lösung, z. B. in einem organischen Lösungsmittel oder Wasser, als wäßrige Dispersion, als Pulver vorliegen.

Bevorzugt sind die strahlungshärtbaren Verbindungen und somit auch die strahlungshärtbaren Massen bei Raumtemperatur fließfähig. Die strahlungshärtbaren Massen enthalten vorzugsweise weniger als 20 Gew.-%, insbesondere weniger als 10 Gew.-% organische Lösungsmittel und/oder Wasser. Bevorzugt sind sie lösungsmittelfrei und wasserfrei (100% Feststoff).

Die strahlungshärtbaren Massen können neben den strahlungshärtbaren Verbindungen als Bindemittel weitere Bestandteile enthalten. In Betracht kommen z. B. Pigmente, Verlaufsmittel, Farbstoffe, Stabilisatoren etc.

Für die Härtung mit UV-Licht werden im allgemeinen Photoinitiatoren verwendet.

Als Photoinitiatoren in Betracht kommen z. B. Benzophenon, Alkylbenzophenone, halogenmethylierte Benzophenone, Michlers Keton, Anthron und halogenierte Benzophenone. Ferner eignen sich Benzoin und seine Derivate. Ebenfalls wirksame Photoinitiatoren sind Anthrachinon und zahlreiche seiner Derivate, beispielsweise β -Methylantrachinon, tert.-Butylantrachinon und Anthrachinoncarbonsäureester und, besonders wirksam, Photoinitiatoren mit einer Acylphosphinoxidgruppe wie Acylphosphinoxide oder Bisacylphosphinoxide, z. B. 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphe-

nylphosphinoxid (Lucirin® TPO).

Es ist ein Vorteil der Erfindung, daß der Gehalt der Photoinitiatoren in der strahlungshärtbaren Masse gering sein kann.

Vorzugsweise enthalten die strahlungshärtbaren Massen weniger als 10 Gew.-Teile, insbesondere weniger als 4 Gew.-Teile, besonders bevorzugt weniger als 1,5 Gew.-Teile Photoinitiator auf 100 Gew.-Teile strahlungshärtbare Verbindungen.

Ausreichend ist insbesondere eine Menge von 0 Gew.-Teilen bis 1,5 Gew.-Teilen, insbesondere 0,01 bis 1 Gew.-Teil Photoinitiator.

Die strahlungshärtbare Masse kann nach üblichen Verfahren auf das zu beschichtende Substrat aufgebracht werden oder in die entsprechende Form gebracht werden.

Die Strahlungshärtung kann dann erfolgen, sobald das Substrat von dem Schutzgas umgeben ist.

Die Strahlungshärtung kann mit allen Lampen, welche auch bisher für die Strahlungshärtung eingesetzt wurden, erfolgen. Die Strahlungshärtung kann mit Elektronenstrahlen, Röntgen- oder Gammastrahlen, UV-Strahlung oder sichtbarem Licht erfolgen. Es ist ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens, daß die Strahlungshärtung mit sichtbarem Licht, welches nur geringe oder auch keine UV-Licht-Anteile (Wellenlängen unter 400 nm) enthält, erfolgen kann.

Die Strahlungshärtung beim erfindungsgemäßen Verfahren kann daher mit Tageslicht erfolgen oder mit Lampen, welche als Tageslichtersatz dienen. Diese Lampen strahlen im sichtbaren Bereich oberhalb 400 nm ab und haben im Vergleich zu UV-Lampen nur geringe oder keine UV-Lichtanteile.

In Betracht kommen Lampen, die ein Linienspektrum aufweisen, daß heißt nur bei bestimmten Wellenlängen abstrahlen, z. B. Leuchtdioden oder Laser.

In Betracht kommen ebenfalls Lampen mit Breitbandspektrum, daß heißt, einer Verteilung des emittierten Lichts über einen Wellenlängenbereich. Das Intensitätsmaximum liegt dabei vorzugsweise im sichtbaren Bereich oberhalb 400 nm.

Soweit die strahlungshärtbaren Massen Photoinitiatoren enthalten, sollten diese Photoinitiatoren Absorptionswellenlängen im Bereich des emittierten Lichts haben. Geeignete Photoinitiatoren für sichtbares Licht, welches keine UV-Anteile enthält, sind die obengenannten Photoinitiatoren mit Acylphosphinoxidgruppen.

Genannt seien z. B. Glühlampen, Halogenlampen, Xenonlampen.

Ebenso geeignet sind gepulste Lampen z. B. Fotoblitzlampen oder Hochleistungsblitzlampen (Fa. VISIT). Ein besonderer Vorteil des Verfahrens ist die Einsetzbarkeit von Lampen mit niedrigem Energiebedarf und niedrigem UV-Anteil, z. B. von 500 Watt Halogen-Lampen, wie sie zu allgemeinen Beleuchtungszwecken eingesetzt werden. Dadurch kann sowohl auf eine Hochspannungseinheit zur Stromversorgung (bei Quecksilberdampflampen) sowie gegebenenfalls auf Lichtschutzmaßnahmen verzichtet werden. Auch besteht mit Halogenlampen auch an Luft keine Gefährdung durch Ozonentwicklung wie bei kurzwelligen UV-Lampen. Dadurch wird die Strahlungshärtung mit transportablen Bestrahlungsgeräten erleichtert und Anwendungen "vor Ort", also unabhängig von feststehenden industriellen Härtinganlagen sind möglich.

Für den mobilen Einsatz und für Anwendungen, die eine Vielzahl von Lampen zur Ausleuchtung des Substrates benötigen sind besonders Lampen, beinhaltend Lampengehäuse mit Reflektor, evtl. vorhandenen Kühleinrichtungen, Strahlungsfiltren und Stromquellenanschluß geeignet, die ein geringes Gewicht z. B. unter 20 kg vorzugsweise unter

8 kg, haben.

Besonders leichte Lampen sind z. B. Halogenlampen, Glühlampen, Leuchtdioden, tragbare Laser, Fotoblitzlampen etc. Diese Lampen zeichnen sich auch durch besonders leichte Einbaumöglichkeit in Behälterinnenräume oder Behälterwandungen aus. Ebenso wird der technische Aufwand zur Stromversorgung vor allem im Vergleich zu bisher industri üblichen Quecksilberdampfstrahlern im Mittel- und Hochdruckbereich verringert. Als bevorzugte Stromquellen der Lampen dienen neben Netzkraftstrom vor allem haushaltsübliche Wechselspannung, z. B. 220 V/50 Hz oder die Versorgung mit transportablen Generatoren, Batterien, Akkumulatoren, Solarzellen, etc.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zur Herstellung von Beschichtungen auf Substraten und zur Herstellung von Formkörpern.

Als Substrate in Betracht kommen z. B. solche aus Holz, Kunststoffe, Metall, mineralische oder keramische Materialien.

Als Formkörper genannt seien z. B. Verbundwerkstoffe, die z. B. mit strahlungshärtbarer Masse getränkte Fasermaterialien oder Gewebe enthalten, oder Formkörper für die Stereolithographie.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist, daß die Abstände zwischen Lampen und strahlungshärtbarer Masse gegenüber der Härtung an Luft vergrößerbar sind. Insgesamt können geringere Strahlungsdosen eingesetzt werden und eine Strahlereinheit kann zur Aushärtung größerer Flächen verwendet werden.

Damit ermöglicht das Verfahren zusätzlich zu üblichen Anwendungen der Strahlungshärtung neue Anwendungen im Bereich der Härtung von Beschichtungen und Formmassen komplizierter dreidimensional geformter Gegenstände z. B. Möbel, Fahrzeugkarosserien, Gehäuse- und Gerätebau, bei mobilen Einsätzen wie Fuß- und Hallenbodenlackierung. Wegen des geringen technischen und materiellen Aufwandes ist das Verfahren auch geeignet für mittlere und kleine Handwerksbetriebe, den Heimarbeits- und do it your self-Bereich.

Beispiele

Beispiel 1

Es wurde eine strahlungshärtbare Masse durch Mischen folgender Bestandteile hergestellt.

35 Gew.-% Laromer® LR 8987 (BASF Aktiengesellschaft), ein Urethanacrylat

20 Gew.-% Hexandioldiacrylat,

38,5 Gew.-% Laromer® LR 8863, ein Polyetheracrylat

3,5 Gew.-% Iragucure® 184 (Ciba Spezialitätenchemie), ein Photoinitiator

0,5 Gew.-% Lucirin® TPO (BASF) ein Photoinitiator

2 Gew.-% Tinuvin® 400 (Ciba Spezialitätenchemie), ein UV-Absorber

1,5 Gew.-% Tinuvin® 292, ein UV Absorber

Mit dieser Masse wurde eine Glasscheibe lackiert (Schichtdicke 50 µm).

In einen Behälter der Tiefe 60 cm mit Durchmesser 40 cm werden 500 g Trockeneis eingefüllt. Nach ca. 60 min beträgt der Restsauerstoffanteil ca. 10 cm unterhalb des oberen Behälterrandes 3 Gew.-% und bei 45 cm Tiefe 0,01 Gew.-%. Auf die 45 cm Ebene wird die Glasscheibe eingelegt und 2 min mit einer 500 Watt Halogenlampe im Abstand von 50 cm zur Halogenlampe bestrahlt. Die Lackierung ist hochkratzfest und kann mit einem Holzspatel sowie einem weißen Schreibmaschinenpapier unter manuellem Druck und Reiben nicht angekratzt werden.

Im Vergleich dazu wird unter gleichen Bedingungen an Luft bestrahlt. Die Lackierung blieb flüssig. Im Vergleich dazu wird auf einem Transportband bei 10 m/min Bandgeschwindigkeit unter einer Quecksilberhochdrucklampe mit 120 W/cm (Fa. IST) mit Lampenabstand 15 cm zweimal bestrahlt. Die Lackierung konnte nicht kratzfest ausgehärtet werden.

Beispiel 2

Die strahlungshärtbare Masse entsprach Beispiel 1.

Die strahlungshärtbare Masse wurde als Klarlack auf das Gehäuse eines Autoaußenspiegel aufgetragen und erfindungsgemäß wie in Beispiel 1 beschrieben gehärtet. Die erhaltene Lackierung war hochkratzfest.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Formmassen und Beschichtungen auf Substraten durch Härtung von strahlungshärtbaren Massen unter Schutzgas durch Bestrahlen mit Licht **dadurch gekennzeichnet**, daß es sich bei dem Schutzgas um ein Gas handelt, das schwerer ist als Luft, und das seitliche Wegfließen des Schutzgases während der Strahlungshärtung durch eine geeignete Vorrichtung oder Maßnahmen verhindert wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Substrat oder die Formmasse in ein Tauchbecken, welches das Schutzgas enthält, eingetaucht wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß es sich bei dem Substrat um eine Bodenfläche handelt und das seitliche Wegfließen des Schutzgases durch seitliche Begrenzungen verhindert wird.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß es sich bei dem Schutzgas um Kohlendioxid handelt.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Schutzgas durch Verdampfen von Trockeneis hergestellt wird.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sauerstoffgehalt in der Schutzgasatmosphäre, welche das Substrat in einem Abstand von bis zu 10 cm von seiner Oberfläche umgibt, kleiner 15 Gew.-%, bezogen auf die gesamte Gasmenge, beträgt.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die strahlungshärtbare Masse 0,001 bis 12 Mol strahlungshärtbare ethylenisch ungesättigte Gruppen auf 1000 g strahlungshärtbare Verbindungen enthält.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß es sich bei mindestens 60 mol-% der strahlungshärtbaren ethylenisch ungesättigten Gruppen um (Meth)acrylgruppen handelt.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die strahlungshärtbaren Massen weniger als 10 Gew.-% Teile Photoinitiator, bezogen auf 100 Gew.-% Teile der Gesamtmenge an strahlungshärtbaren Verbindungen enthalten.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bestrahlung mit einer Lichtquelle erfolgt, die Licht im sichtbaren Bereich oberhalb 400 nm abstrahlt und üblicherweise als Ersatz für Tageslicht verwendet wird.

11. Verfahren gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bestrahlung mit Tageslicht, Halogenlampen oder Glühlampen Leuchtdioden oder Laser er-

folgt.

12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Beschichtung von Kraftfahrzeugen, z. B. Straßen-, Schienen- und Luftfahrzeugen, insbesondere Kraftfahrzeugkarosserien und Kraftfahrzeugteilen. 5
13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 zur Beschichtung von Formteilen aus Holz, Kunststoffen, Metall, mineralischen und keramischen Materialien.
14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Beschichtung von Bodenbelägen. 10
15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Herstellung von Formkörpern, z. B. Verbundwerkstoffen oder Formkörpern für die Stereolithographie. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65